

情報通信審議会 情報通信技術分科会  
IPネットワーク設備委員会  
第二次報告 概要

—IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件—

---

令和元年5月21日  
IPネットワーク設備委員会

- 情報通信審議会では、平成29年11月より「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」について審議を開始し、平成30年9月に一部答申（IoT機器のセキュリティ対策等）を取りまとめた後、同年10月より、継続審議とされた以下の事項について、「IPネットワーク設備委員会」（以下「委員会」）における検討を再開。

## 検討事項

### 1. IoTの普及やネットワーク仮想化等に対応した技術基準及び資格制度等の在り方

- 電気通信事業者のネットワークにおける仮想化技術(SDN/NFV)の導入等を踏まえた技術基準の在り方について検討を行う。
- 「電気通信主任技術者」及び「工事担任者」について、ネットワークの環境変化等に対応して、資格者に求められる知識・能力の確保の在り方等について検討を行う。

### 2. 新たな技術を活用した通信インフラの維持・管理方策

- 将来にわたり通信インフラの維持・管理を担う人材の確保・育成の在り方、新技術を活用して通信インフラの維持・管理を効果的・効率的に行う方策等について検討を行う。

\* SDN (Software Defined Network), NFV(Network Functions Virtualization)

- 委員会において、検討課題に関連する関係団体や事業者によるオブザーバ参加のもと、第二次報告に向けた検討・整理を進めた。

## 検討体制

### <委員会構成員>

|        |       |                                 |
|--------|-------|---------------------------------|
| 【主査】   | 相田 仁  | 東京大学大学院 工学系研究科 教授               |
| 【主査代理】 | 岡野 直樹 | 国立研究開発法人 情報通信研究機構 理事(～H31.3.31) |
|        | 会田 容弘 | (一社)日本インターネットプロバイダー協会(JAIPA) 会長 |
|        | 有木 節二 | (一社)電気通信事業者協会(TCA) 専務理事         |
|        | 内田 真人 | 早稲田大学 基幹理工学部 情報理工学科 教授          |
|        | 江崎 浩  | 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授            |
|        | 大矢 浩  | (一社)日本CATV技術協会 副理事長             |
|        | 尾形わかは | 東京工業大学 工学院 情報通信系 教授             |
|        | 片山 泰祥 | (一社)情報通信ネットワーク産業協会(CIAJ) 専務理事   |
|        | 前田 洋一 | (一社)情報通信技術委員会(TTC) 代表理事専務理事     |
|        | 松野 敏行 | (一財)電気通信端末機器審査協会(JATE) 専務理事     |
|        | 向山 友也 | (一社)テレコムサービス協会 技術・サービス委員会 委員長   |
|        | 村山 優子 | 津田塾大学 学芸学部 情報科学科 教授             |
|        | 森川 博之 | 東京大学大学院 工学系研究科 教授               |
|        | 矢入 郁子 | 上智大学 理工学部 情報理工学科 准教授            |
|        | 矢守 恭子 | 朝日大学 経営学部 経営学科 教授               |

### <委員会オブザーバ>

(一財)日本データ通信協会(JADAC)  
(一社)情報通信エンジニアリング協会(ITEA)  
(一社)情報通信設備協会(ITCA)  
日本電信電話株式会社  
株式会社NTTドコモ  
KDDI株式会社  
ソフトバンク株式会社  
楽天モバイルネットワーク株式会社

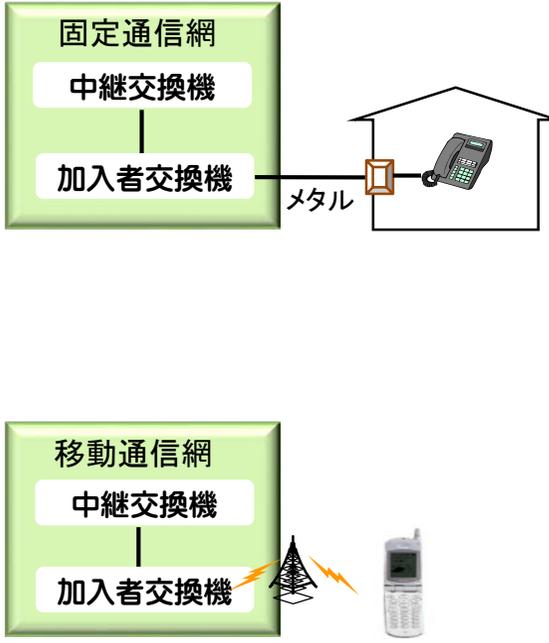
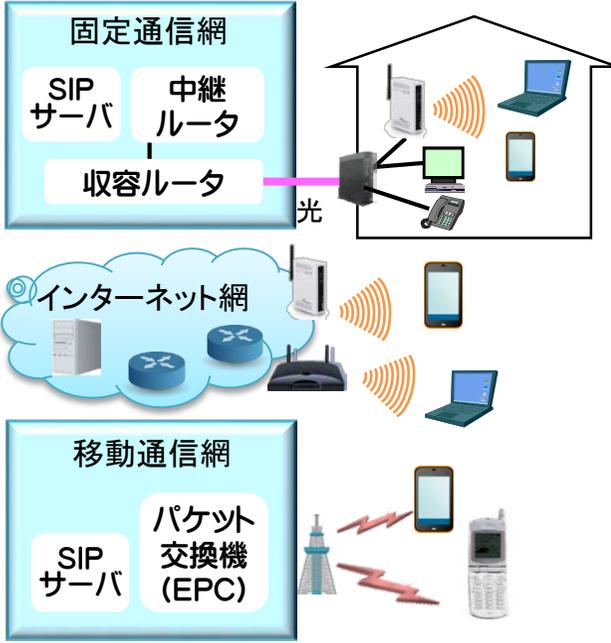
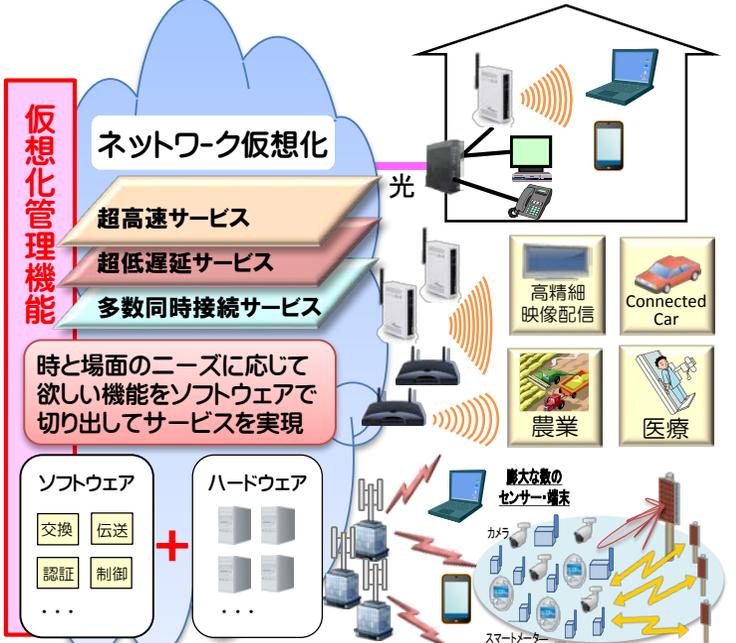
# IPネットワーク設備委員会の検討経過

- これまで委員会(主査ヒアリングを含む)を計8回開催し、各検討課題について、関係団体・事業者からヒアリングを行いながら論点整理を行い、第二次報告を取りまとめた。

## 検討経過

| 開催日程                                    | 主な議題   |
|---|--|
| 第42回委員会<br>(平成30年10月9日)                 | ○「IoTの普及に対応した電気通信設備に係る技術的条件」の第二次検討(検討課題、進め方・スケジュール等)<br>○関係者ヒアリング①(日本データ通信協会、情報通信エンジニアリング協会、情報通信技術委員会)   |
| 第43回委員会<br>(平成30年11月20日)                | ○関係者ヒアリング②(NTT、KDDI、ソフトバンク)  |
| 第44回委員会(メール審議)<br>(平成30年11月30日～12月7日)   | ○検討事項の追加(ネットワーク仮想化に対応した技術基準等の在り方)<br>○主査ヒアリングの実施   |
| 委員会主査ヒアリング(非公開)<br>(平成30年12月18日)        | ○ネットワーク仮想化等に対応した電気通信設備の安全・信頼性の確保(現行制度等)<br>○携帯電話事業者からヒアリング(NTTドコモ、KDDI、ソフトバンク、楽天モバイルネットワーク)※<br>○ヒアリングを踏まえた意見交換<br>※ヒアリング内容は、電気通信事業者のネットワークにおける仮想化技術(SDN/NFV)の具体的な導入の状況・計画、これに対応した事業用電気通信設備の技術基準適合自己確認の方法等として実施。 |
| 第45回委員会<br>(平成31年1月18日)                 | ○IoTの普及やネットワーク仮想化等に対応した技術基準及び資格制度等(ヒアリングの実施概要、主な論点等)<br>○ソフトウェア事故に関するヒアリング(ソフトバンク)   |
| 第46回委員会<br>(平成31年2月14日)                 | ○論点整理<br>○ソフトウェアの信頼性確保に関する緊急点検の実施結果(NTTドコモ、KDDI、ソフトバンク)  |
| 第47回委員会<br>(平成31年3月12日)                 | ○第二次報告(案)  |
| 第二次報告(案)の意見募集(平成31年3月16日～4月15日)         |  |
| 第48回委員会<br>(メール審議:平成31年4月18日<br>～4月24日) | ○第二次報告(案)の意見募集結果、第二次報告とりまとめ  |

# 電気通信設備を取り巻く環境変化のイメージ (第二次報告における検討の視点)

| アナログ時代  | IP時代   | ネットワーク仮想化時代   |
|---|--|---|
| <p>(事業用設備) (端末設備)</p>  <p>固定通信網<br/>中継交換機<br/>加入者交換機</p> <p>移動通信網<br/>中継交換機<br/>加入者交換機</p> <p>メタル</p> | <p>(事業用設備) (端末設備)</p>  <p>固定通信網<br/>SIPサーバ 中継ルータ<br/>收容ルータ</p> <p>インターネット網</p> <p>移動通信網<br/>SIPサーバ パケット交換機(EPC)</p> <p>光</p> | <p>(事業用設備) (端末設備)</p>  <p>ネットワーク仮想化</p> <p>超高速サービス<br/>超低遅延サービス<br/>多数同時接続サービス</p> <p>仮想化管理機能</p> <p>時と場面のニーズに応じて欲しい機能をソフトウェアで切り出してサービスを実現</p> <p>ソフトウェア<br/>交換 伝送 認証 制御 ...</p> <p>ハードウェア</p> <p>高精細映像配信<br/>Connected Car<br/>農業<br/>医療</p> <p>膨大な数のセンサー端末<br/>カメラ<br/>スマートフォン</p> |
| <p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○事業用設備はアナログ設備(交換機)に依存し、多機能・多段階構成</li> <li>○サービスは音声を中心</li> <li>○端末設備はシンプルな機能(電話機)</li> </ul>                                 | <p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○事業用設備はIP設備(ルータ・サーバ等)に依存し、汎用化・フラット化</li> <li>○サービスはデータや映像などへ多様化</li> <li>○端末設備は高度化・多機能化(PC、スマホ)</li> </ul>  | <p>&lt;特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○事業用設備はソフトウェア化・仮想化が進展し、フレキシブルな運用が実現</li> <li>○時と場面のニーズに応じて欲しい機能をソフトウェアで切り出してサービスを実現(超高速・超低遅延・多数同時接続)</li> <li>○端末設備は更なる多様化が進展(IoT・AI機器)</li> </ul>   |



1. IoTの普及やネットワーク仮想化等に対応した技術基準及び資格制度等の在り方
2. 新たな技術を活用した通信インフラの維持・管理方策

## 1. IoTの普及やネットワーク仮想化等に対応した技術基準及び資格制度等の在り方

＜ソフトウェア化・仮想化の進展に伴う当面の課題＞

- ① ハードウェアの仮想化に伴う機能維持・冗長性確保の在り方
- ② ソフトウェアの信頼性確保の在り方
- ③ ネットワーク構成の把握の在り方
- ④ ネットワークの維持・管理・運用に求められる専門知識・能力の変化への対応

＜仮想化技術の本格導入を見据えた将来的な課題＞

- ⑤ 5Gコアネットワークやネットワークスライシングへの対応

## 2. 新たな技術を活用した通信インフラの維持・管理方策

- ① 通信インフラの効果的・効率的な保守・運用
- ② 非常時の応急復旧を含む通信インフラの適切な維持・管理

## 3. 今後の対応及び検討課題

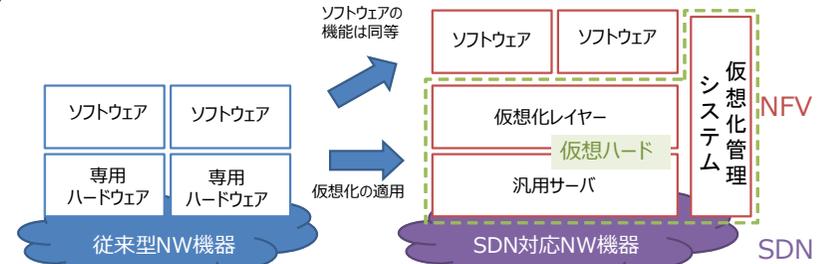
# 1-① ハードウェアの仮想化に伴う機能維持・冗長性確保の在り方 及び 1-② ソフトウェアの信頼性確保の在り方

## 課題・論点

### 【①ハードウェアの仮想化に伴う機能維持・冗長性確保の在り方】

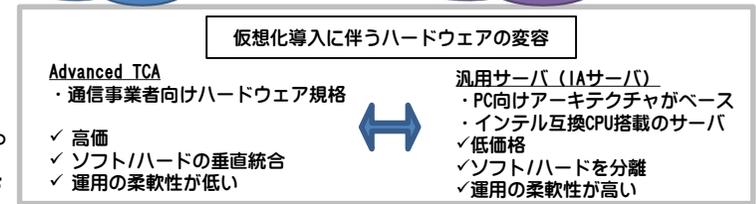
- ハードウェア上でソフトウェアにより実現される各種機能を「仮想化管理システム」が統合管理することにより、ハードウェア故障時の予備系への切替等が容易に実現できるなど、仮想化技術の特性を活かした新たな対策が可能。
- 冗長化(複数設置)されているハードウェアが同一の仕様のソフトウェアで動作する場合に、そのソフトウェアの不具合により、全ての機能が動作しないような事例(平成30年ソフトウェア事故\*)も発生。

※ 平成30年12月に発生したソフトバンクの携帯電話サービスにおける重大事故事案であり、LTEパケット交換機のソフトウェア異常(ソフトウェアの中に埋め込まれていたデジタル証明書の有効期限切れ)が原因で発生し、ソフトウェアを旧バージョンに一旦戻すことで復旧。



### 【②ソフトウェアの信頼性確保の在り方】

- 通信設備の管理・制御等を行うソフトウェアの機器ベンダー依存やブラックボックス化が生じている中、事業者が導入するソフトウェアの信頼性を確認するため、より一層効果的な発注や検証・試験等が必要。
- 特に、平成30年ソフトウェア事故のような事態の事前防止及び発生時の対策を講じていくことが必要。



<仮想化技術の特徴>

#### <携帯電話事業者に対する緊急点検結果の概要>

- 新規ソフトウェア導入の際、携帯電話事業者は、自社内の検証環境での試験、地域や台数を限定した形での商用環境試験など複数段階の試験を慎重に実施した上で本格導入をしており、相応の対策が講じられている。
- 交換機の制御に用いられるソフトウェアについては現用以前の旧バージョンの管理も適切に行われており、平成30年ソフトウェア事故の復旧の際には、旧バージョンを保管していたことが一定程度有効に機能。
- ソフトウェアで利用されている証明書の有無やその有効期限等の確認・管理の必要性は認知されていたものの、事業者が閲覧できない形で当該証明書がソースコード中に埋め込まれた場合のリスク管理では早急な対策が必要。
- 交換機の制御に用いられるソフトウェアを複数ベンダー化することについては、冗長性の強化が期待される一方で、管理・運用面での複雑化等の課題もあることから、これらのトレードオフについて慎重な評価が必要。
- ソフトウェア異常により複数の設備から大量のアラームを検知した場合などにおいて、ソフトウェア機能に関する障害箇所を迅速かつ的確に特定する手法については、今後とも更なる精度向上に取り組むことが必要。

# 1-① ハードウェアの仮想化に伴う機能維持・冗長性確保の在り方 及び 1-② ソフトウェアの信頼性確保の在り方(続き)

## 検討結果

- 「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準(昭和62年郵政省告示第73号)」に以下の事項を追加し、早急に業界全体の取組を推奨していくことが適当。

### [新たな規定の追加]

- ① ベンダーへの発注契約の際に、交換機の制御等に用いられる重要なソフトウェアにおいて有効期限が設定された証明書を利用する場合は、事業者がその有効期限の情報を随時閲覧できるようにソースコード中に直接埋め込まない(ハードコーディングしない)よう明示すること
- ② 有効期限が設定されているソフトウェアについては、その重要性を踏まえ、事業者が自らあるいはベンダーとの契約等を通じて、その内容を確実に管理すること
- ③ 交換機の制御等に用いられる重要なソフトウェアについては、復元できるようバックアップとして複数世代の旧バージョンを保管すること

### [現行規定の解説の追加]

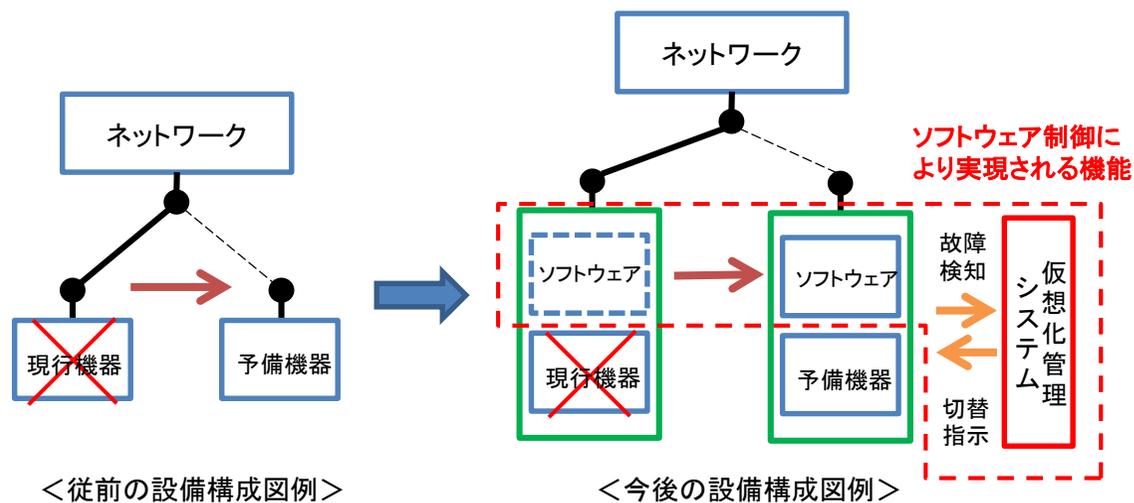
- ④ ソフトウェア内で証明書が利用されている場合は、導入時に有効期限の確認や未来日(通信機器の運用期間満了予定日等)での動作確認を行うこと
- ⑤ 仮想化技術を導入する際には各種ソフトウェアの制御の要となる「仮想化管理システム」について予備機器の配備等による冗長化を行い、障害時等にサービスを継続できる構成とすること
- ⑥ 例えば交換機の制御等に用いられるソフトウェアの不具合による障害を旧バージョンに切り替えて復旧させる場合などは、交換機等の現有の機能を完全には維持できない可能性があることを考慮して、最低限の機能維持の方法・手順を定めておくこと

- 電気通信事業者においては、電気通信事故の発生を想定し、障害の状況、緊急通報への影響等、復旧の見通し、Wi-Fiスポットの利用等の代替手段など、利用者への情報提供について工夫するとともに、販売代理店等への情報提供を含めて周知内容及び周知方法の改善に係る業界横断的な検討を進めることが適当。

# 1-③ ネットワーク構成の把握の在り方

## 課題・論点

- 電気通信事業者による技術基準適合自己確認の届出書類(ネットワーク構成を説明する設備構成図や技術基準適合性に関する説明書等)は、主としてハードウェア設備の構成等を中心に記載されているが、仮想化技術の導入により機能の一部がソフトウェア制御により実現される状況も生じている中で、設備構成の全容を適切に把握することが必要。



## 検討結果

- 技術基準適合自己確認の届出書類に係る規定の改正及びこれを補足するためのマニュアル等の整備を行い、ソフトウェア制御により実現される機能の構成等を含めた記載を求めるとともに、その運用に関して各事業者の共通認識が図られるよう措置することが適当。

# 1-4 ネットワークの維持・管理・運用に求められる専門知識・能力の変化への対応

## 課題・論点

- ネットワークのIP化・ソフトウェア化・仮想化の進展、設備構成や通信障害の多様化・複雑化等に伴い、有資格者は「ソフトウェア技術」や「業務マネジメント」の知識・能力が新たに求められる傾向。
- ハードウェアを中心とする設備管理の知識・能力も同時に求められ、通信局舎・電源・空調・ファシリティ等を含めた「通信設備技術」の知識・能力も引き続き重要。
- 1人の有資格者に多種多様な専門知識と広範な監督責任を担わせるには限界があり、柔軟な分担体制も必要。
- 一部区分の資格者数や試験受験者数が特に少数傾向で推移しており、技術の進展等を踏まえた合理化も必要。

## 検討結果

- 資格制度に関し、関係者が連携して以下の事項について具体的に検討し、制度改正等を行うことが適当。

- <電気通信主任技術者>
- ・ 複数の有資格者による業務分担体制への移行等の必要性を踏まえ、試験科目等の構成を見直す
  - ・ 有資格者に求められる知識・能力を整理した「電気通信主任技術者スキル標準」の内容を適切に見直す
  - ・ 電気通信事業者が選任する有資格者の業務分担に係る実効的な管理体制を確保する
- <工事担任者>
- ・ 資格区分別の受験者数の推移等を踏まえ、受験者の理解度向上等の観点から、AI第二種及びDD第二種の他区分への統合を含め、資格区分を見直す
  - ・ 有資格者に求められる知識・能力を整理したスキル標準の整備及び工事担任者の資格区分（「AI、DD」）についてわかりやすい名称への変更を検討する

### <現在の電気通信主任技術者の試験科目>

|                       | 伝送交換主任技術者   | 線路主任技術者  |
|-----------------------|---|--|
| 電気通信システム              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気通信工学の基礎</li> <li>● 電気通信システムの概要</li> </ul>  |  |
| 専門的能力<br>(いずれか一分野を選択) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 伝送</li> <li>● 無線</li> <li>● 交換</li> <li>● テータ通信</li> <li>● 通信電力</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信線路</li> <li>● 通信土木</li> <li>● 水底線路</li> </ul>             |
| 設備管理                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 伝送交換設備の概要</li> <li>● 伝送交換設備の設備管理</li> <li>● セキュリティ管理</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 線路設備の概要</li> <li>● 線路設備の設備管理</li> <li>● セキュリティ管理</li> </ul> |
| 法規                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気通信事業法及びこれに基づく命令</li> <li>● 有線電気通信法及びこれに基づく命令</li> <li>● 電波法及びこれに基づく命令</li> <li>● 不正アクセス行為の禁止等に関する法律並びに電子署名及び認証業務に関する法律及びこれに基づく命令</li> <li>● 国際電気通信連合憲章及び国際電気通信連合条約の概要</li> </ul> |  |

「ソフトウェア技術」や「通信設備技術」に関する拡充、「伝送」「交換」「データ通信」「無線」「通信土木」「水底線路」の整理・統合が必要

選択科目の充実・活用が必要

資格者数が少数傾向

「業務マネジメント」に関する拡充が必要

### <現在の工事担任者の資格の種類>

| 資格の種類        | 業務範囲                               |
|--------------|------------------------------------|
| AI・DD<br>総合種 | ・アナログ設備等/デジタル設備-端末間の工事             |
| AI<br>第一種    | ・アナログ設備等-端末間の工事                    |
| AI<br>第二種    | ・アナログ設備等-端末間の工事<br>(回線数50以下等)      |
| AI<br>第三種    | ・アナログ設備等-端末間の工事<br>(回線数1)          |
| DD<br>第一種    | ・デジタル設備-端末間の工事                     |
| DD<br>第二種    | ・デジタル設備-端末間の工事<br>(100Mbit/sec以下等) |
| DD<br>第三種    | ・デジタル設備-端末間の工事<br>(100Gbit/sec以下等) |

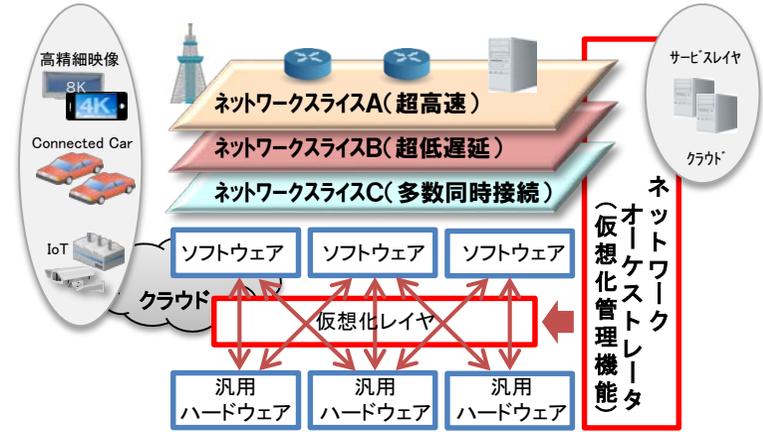
# 1-⑤ 5Gコアネットワークやネットワークスライシングへの対応

## 課題・論点

- 仮想化技術の本格導入を見据えると、「設備の設置」に着目しながら「機能」も含めて安全・信頼性対策を担保している現行の技術基準等の制度では十分に対応できなくなる可能性があり、多様な事業形態やサービス形態において提供される「機能」に着目した基準等の検討が必要。

### ＜5Gコアネットワークの本格導入時に想定される技術動向＞

- ソフトウェアにより制御され、必ずしも特定のハードウェアに限られず様々な組み合わせ(ハードとソフトがm対nの関係)で動作するとともに、これらがクラウド上でも実現可能となる
- 交換設備、伝送路設備、基地局設備などの複数の設備をまたいで、これらの設備の機能がソフトウェアにより一体的に制御(ネットワークスライスが構築)される
- ネットワークオーケストレータ(仮想化管理機能)が、複数のサービス向け、あるいは複数の事業者向けのネットワークスライスを統合管理する



＜ネットワーク仮想化時代のサービスイメージ＞

## 検討結果

- 以下の事項を含む技術基準や資格制度等の制度の在り方について、「電気通信分野における競争ルール等の包括的検証」の議論も踏まえつつ、引き続き委員会で年内を目途に検討を進めていくことが適当。
  - ・ ソフトウェアによる機能の冗長性の確保、ソフトウェアに関する適切な故障検知や障害箇所の特定の手法、故障等の状況に応じた複数段階(最低限)の機能維持の在り方
  - ・ 複数の設備をまたいでエンド・ツー・エンドで構築されるネットワークスライスの信頼性確保、仮想化ネットワークに用いられるクラウドサービスの信頼性確保、複数のネットワークスライスを統合管理するネットワークオーケストレータの信頼性確保の在り方
  - ・ ネットワークスライスに係る事業者網間、事業者網-端末間、端末製造業者-利用者間の責任分界や、オーケストレータの担い手等に係る責任分界の在り方 等

# 2-① 通信インフラの効果的・効率的な保守・運用

## 課題・論点

- 我が国において将来的に通信インフラの維持・管理を担う人材の確保が困難になっていくことを踏まえた通信インフラの適切な維持・管理の方策や専門的な知識・能力を有する人材の育成方策が課題。



## 検討結果

- 例えば、携帯電話基地局等の通信インフラのみならず、橋梁・治水・鉄道等の社会インフラについて、ドローンを活用して撮影した3Dモデル画像を解析することにより高精度な異常検知等を行うような保守・メンテナンスの方策を、ベストプラクティスとして推奨していくことが適当。
- 5G時代におけるネットワークのソフトウェア化進展に伴うサービス要件の多様化やネットワーク運用の複雑化に対応するため、総務省委託研究開発も活用しながら、AIを活用して通信インフラの維持・管理を効果的・効率的に行うための運用自動化技術の確立、人材育成、国際標準化等を推進していくことが適当。



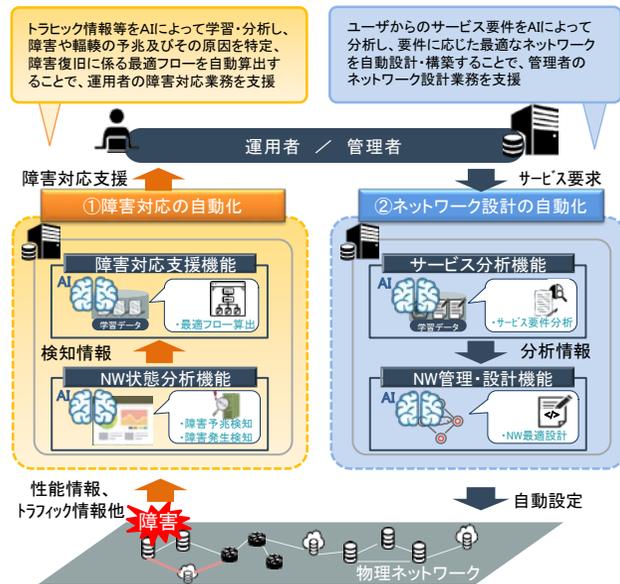
人が容易に立ち入れない危険な場所をドローンで空撮



- レーザー、車載カメラ、ドローン等、様々な手段で設備情報を自動収集
- AIによるインフラ設備の劣化診断
- AIを活用した全自動オペレーションによる運用の効率化

※出典: 第43回委員会・NTT資料

### 「革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発」(平成30年度～令和2年度)



ドローンで撮影した画像を活用した効率的な社会インフラの維持管理

※出典: 第43回委員会・ソフトバンク資料

## 課題・論点

- 大規模な災害等の非常時には、国民生活や社会経済活動において重要な基盤である通信インフラの機能をできる限り維持できることが重要。

## 検討結果

- 非常時においても通信サービスを確保するための備えとしては、「災害時における通信サービスの確保に関する連絡会」等の場を通じた取組を実施していくことが適当。
- 政府全体で実施した「重要インフラの緊急点検」を踏まえ、総務省による緊急対策事業(平成30年度第2次補正予算)による適切な初動対応のための体制整備(情報集約の自動化や訓練の実施)、電気通信事業者による大規模災害時の主要基地局の機能維持のための車載型基地局等の増設を実施していくことが適当。
- 電気通信事業者による取組では、「船舶型基地局」「ドローン型基地局」等の新技術を活用したインフラ応急復旧の方策をベストプラクティスとして推奨していくことが適当。
- 我が国の災害対応や資格制度も含めたネットワーク管理の知識・能力や仕組みについて、グローバル展開やITU等の国際標準化に向けた取組を促進していくことが適当。

### 災害発生時における携帯電話基地局の応急復旧対策拠点※

- ・ 応急復旧手段の不足により大規模災害時に主要基地局の機能維持が難しいおそれが判明

※ 停波した携帯電話基地局の応急復旧のため、車載型基地局、可搬型伝送路設備、移動式電源設備等を保有する拠点。

【対応方策】  
車載型基地局等の増設



大規模停電により  
陸上インフラが断



海上からの  
電波発射



船舶型基地局



通信衛星



衛星通信センター



ネットワークセンター  
(携帯電話)

陸路が寸断された被災地への通信復旧対策が可能

### 3 今後の対応及び検討課題

- ソフトウェア化・仮想化の進展に伴う当面の課題(1-①、1-②、1-③、1-④)及び通信インフラの維持・管理方策(2-①、2-②)については、第二次報告が示した方向性に基づき、総務省において必要な制度改正や関係者の取組の促進を速やかに進めることにより、電気通信設備の安全・信頼性の確保や利用者利便の一層の向上を図っていくことが必要。
- これと合わせて、委員会としては、電気通信事故の発生時の利用者対応に係る業界横断的な取組、資格制度の実務的な検討や対応の状況等を委員会で共有するなど、関係者の取組もフォローアップしながら進めていくことが適当。
- 仮想化技術の本格導入を見据えた将来的な課題(1-⑤)については、IoTの普及やネットワークのソフトウェア化・仮想化の更なる進展を見据えた重要な課題であることから、第二次報告の取りまとめ後も引き続き、委員会を開催して検討を進めていくことが適当。